اتصالات الألياف البصرية

الألياف البصرية

اتصالات الألياف البصرية

Optical Fibers الألياف البصرية

مقدمة:

تعمل أنظمة الاتصالات البصرية التي تستخدم الليف البصري على ترددات عالية جداً في مجال الترددات الضوئية (انظر الشكل1). بعبارة أخرى تعمل هذه الأنظمة على أطوال موجات قصيرة جداً (في مجال قيم الميكرومتر μm). ولكي نقوم بتحويل التردد إلى الطول الموجي أو العكس, يمكننا استخدام العلاقة البسيطة التالية:

$$f = c / \lambda \qquad (1)$$

حيث إن c تمثل سرعة انتشار الضوء في الفراغ الحر ($c = 3 \times 10^8$ m/s). يمكننا إيجاد سرعة انتشار الضوء في أي وسط آخر (c_n) ذي معامل انكسار (n) باستخدام العلاقة التالية:

$$c_n = c / n \qquad (2)$$

Electromagnetic Spectrum الطيف الكهرومغناطيسي

يظهر الشكل(1) الطيف الكهرومغناطيسي لجميع الترددات المستخدمة في أنظمة الاتصالات بدءاً من الصفر وحتى الترددات البصرية (حوالي 10^{14} Hz).

الشكل (1) توزيع الترددات في الطيف الكهرومغناطيسي

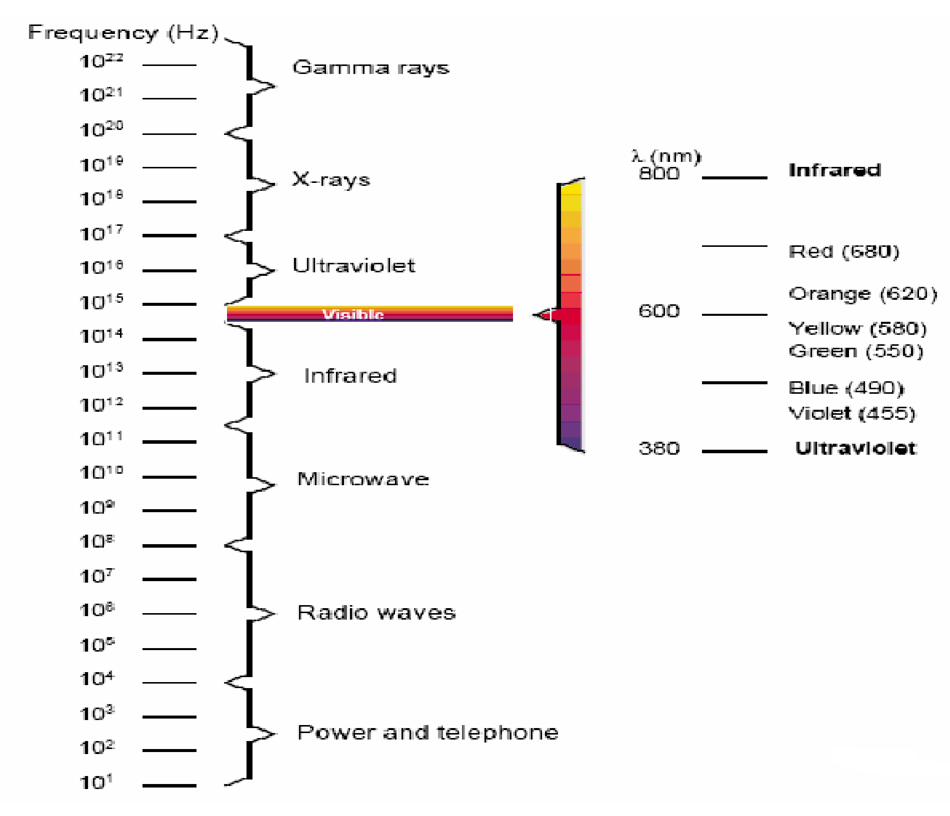
تعمل أنظمة الاتصالات البصرية باستخدام الألياف البصرية الزجاجية عند النوافذ التالية:

λ = 850 nm
λ = 1310 nm
λ = 1550 nm

بينما تعمل الألياف البصرية البلاستيكية على الطول الموجي (650 nm).

يبدأ نطاق الترددات البصرية عند حوالي 10^{12} Hz ولغاية 10^{16} Hz وينقسم إلى (الشكل 2):

- الضوء المرئي (Visible Light) (من 370 nm إلى 770 nm)
- الأشعة تحت الحمراء (Infrared) بطول موجي أعلى من 770 nm.
- الأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet) بطول موجي أقل من 370 nm.



الشكل (2) توزيع المجالات الترددية للضوء

نقدم في الجدول التالي (جدول1) الألوان الرئيسة للضوء والتردد والطول الموجي المقابل لكل منها.

جدول (1) الألوان الرئيسة للضوء

التردد [Hz]	الطول الموجي [nm]	اللون
7.5×10^{14}	400	فوق البنفسجي
6.59×10^{14}	455	بنفسجي
6.12×10^{14}	490	أزرق
5.45×10^{14}	550	أخضر
5.17×10^{14}	580	أصفر
4.83×10^{14}	620	برتقالي
4×10^{14}	750	أحمر
3.75×10^{14}	800	تحت الحمراء

مثال - 1 : حوّل الترددات التالية إلى الطول الموجي حسب الجدول المرفق:

الطول الموجي [meter]	التردد [Hz]
10^{6}	300
10^{5}	3000
100	3×10^{6}
1	3×10^{8}
0.1	3×10^{9}
0.01	3×10^{10}

مميزات الألياف البصرية Advantages of Optical Fibers

1 - سعة الإرسال العالية Large Transmission Capacity

تتميز أنظمة الاتصالات مستخدمة الألياف البصرية بأكبر سعة إرسال للمعلومات ويعود ذلك لكون الترددات التي تعمل عليها عالية جداً (حوالي 10^{14} Hz) مما ينتج عنه عرض نطاق ترددي عالٍ جداً وهذا يعني كماً هائلاً من المعلومات بمختلف أشكالها يمكن إرساله عبر هذه الألياف0 وبالمقارنة , فإن سعة

الإرسال في أنظمة الاتصالات باستخدام الألياف البصرية بآلاف المرات أكبر منها في أي نظام اتصال آخر0

2 - الفقد القليل Low Loss

لقد تم تطوير الألياف البصرية في السنوات الأخيرة حيث تصنّع الآن بمعامل فقد صغير جداً يصل إلى أقل من 0.2 dB/km على الطول الموجي $\lambda = 1550$ nm حيث تعتبر هذه الأرقام متميزة ولا يوجد منافس لها في أي نوع من أنواع خطوط الاتصال0 تعتبر هذه الميزة من أهم ميّزات الألياف البصرية لكونها تؤدي إلى بناء أنظمة اتصال بعيدة المدى بأقصى مسافة ممكنة بين محطات التقوية وإعادة البث (Repeaters) (تصل إلى أكثر من 100 km أحياناً) مما يعني خفض التكاليف بنسبة عالية جداً.

3 - المناعة ضد التداخل الكهرومغناطيسي Immunity to interference

كما هو معلوم, تصنّع الألياف البصرية من مواد عازلة (الزجاج أو البلاستيك) مما يجعلها لا تتأثر بالمجالات الكهرومغناطيسية المحيطة, كذلك تدني نسبة التداخل (Crosstalk) بين الخطوط المتجاورة. إن هذه الميزة تجعل من الألياف البصرية مناسبة للتطبيقات في المناطق ذات المجالات الكهرومغناطيسية العالية والقريبة من خطوط الضغط العالي.

4 - صغر الحجم والوزن Small Size and Weight

تصنّع الألياف البصرية بمقاسات صغيرة جداً (القطر يساوي 125 µm) وهو ما يكافئ سماكة شعرة الانسان0 بالرغم من الطبقات الإضافية البلاستيكية التي تغلف الليف البصري فإن سماكتها ووزنها يبقى أقل بكثير من الكيبلات المحورية0 إن هذه الميزة أعطت الألياف البصرية إمكانية الاستخدام في الطائرات والسفن والأقمار الاصطناعية كبديل للكابلات النحاسية الكبيرة الحجم و الثقيلة الوزن0

5 - السريّة العالية Greater Security

يعتمد مبدأ عمل الألياف البصرية على الانعكاس الكلي الداخلي والذي سنشرحه لاحقاً, مما يتيح للضوء الانتشار شبه الكامل وسط الليف وبالتالي ليس من الممكن أن يتم التقاط أو استقبال أي جزء من الضوء المنتشر والذي بدوره يقوم بنقل المعلومات المرسلة0 من ناحية أخرى, ولأن الليف البصري لا يعتبر خطاً كهربائياً فلا يمكن الدخول عليه على التوازي كما هو الحال في الخطوط الكهربائية الاعتيادية (الخطوط الثنائية والكابلات المحورية). إن هذه الميزة تجعل من الألياف البصرية الأفضل في التطبيقات العسكرية وتراسل البيانات ما بين البنوك والمراكز المهمة.

6 - المرونة العالية Flexibility

تقوم المصانع بإنتاج ألياف بصرية متينة وصلبة تتمتع بقوة تحمّل عالية وذات نصف قطر انحناء صغير جداً مما يجعلها سهلة ومناسبة في النواحي التالية: التخزين, والنقل, والحمل, والتركيب.

7 - درجة عالية من الأمان Greater Safety

كما أشرنا سابقاً, فإن الألياف البصرية ليست خطوطاً كهربائية والذي ينتشر خلالها هو الضوء وليس التيار الكهربائي فلا يوجد خطورة من حدوث صدمات كهربائية في حالات الأعطال أو قطع الكابل البصري. أما الخطورة الوحيدة فسببها الليزر المستخدم في جهة الإرسال لذلك يجب أخذ الحيطة والحذر وخاصة عندما تكون قدرة الليزر عالية نسبياً.

8 - عمر افتراضي أطول Longer Life Span

تتراوح مدة تشغيل الألياف البصرية من 20 إلى 30 سنة في حين مدة تشغيل الكابلات النحاسية تتراوح ما بين من 12 إلى 15 سنة ويعود ذلك إلى أن الألياف البصرية تصنع من الزجاج أو البلاستيك وهذه المواد غير قابلة للصدأ مما يجعلها تخدم لفترات طويلة.

9 - التجاوب العالي مع التفاوت في درجات الحرارة والسوائل
High Tolerance to Temperature Extremes and Liquids

نظراً لان الألياف البصرية مصنوعة بالكامل من مواد عازلة (الزجاج أو البلاستيك) فإنها تتحمل الفروقات الكبيرة في درجات الحرارة في الصيف والشتاء وكذلك تعرّضها لمختلف أنواع السوائل والغازات التي تتسبب في تآكل المعادن المختلفة ومنها النحاس الذي يدخل في صناعة الخطوط الثنائية و الكابلات المحورية.

10 - سهولة زيادة قدرات وإمكانيات النظام Ease of Expansion System Capability

يمكننا وببساطة زيادة الطاقة الاستيعابية ورفع كفاءة النظام عن طريق استبدال بعض المكونات الأساسية (مثل استبدال مصدر الضوء أو الكاشف الضوئي أو استخدام تجميع القنوات عن طريق التقسيم الموجي WDM) دون حاجة لاستبدال الكابل الموجود أو إضافة خطوط جديدة.

11 - نوعية اتصال عالية High Quality Transmission

نظراً لقلة الفقد ولما تتمتع به الألياف البصرية من مناعة عالية ضد التأثيرات الكهرومغناطيسية المختلفة وتدني مستوى التداخل بين الخطوط المتجاورة فإن نوعية الاتصال عالية جداً مقارنة مع مثيلاتها من خطوط الاتصال الأخرى السلكية واللاسلكية.

تقاس نوعية الاتصال في الأنظمة التماثلية على شكل نسبة الإشارة إلى الضجيج (Signal to Noise Ratio) ويرمز لها (S/N) وعلى شكل معدل الخطأ في البتتات (Bit Error Rate) ويرمز لها (BER) في الأنظمة الرقمية.

للمقارنة نقدم معدل الخطأ في البتتات في كل من نظام الميكروويف والاتصالات البصرية:

$BER = 10^{-6}$ في أنظمة الاتصالات باستخدام الميكروويف والكابلات المحورية

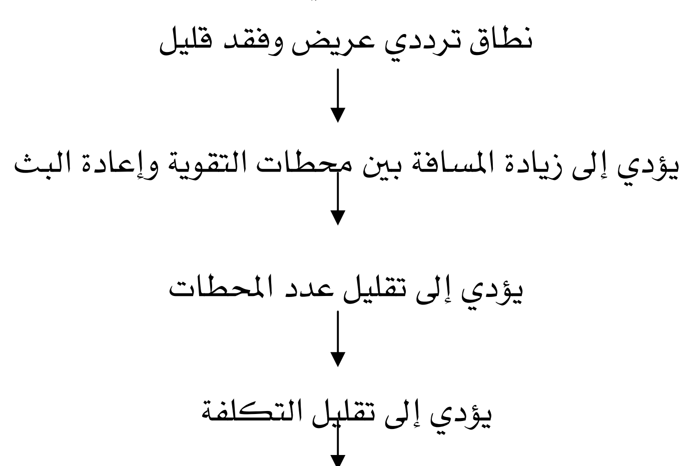
$BER \leq 10^{-9}$ في أنظمة الاتصالات باستخدام الألياف البصرية.

12 - استخدام المصادر الطبيعية المنتشرة Use of Common Natural Resources

كما هو معلوم فإن الألياف البصرية تصنع في الغالب من الزجاج الذي يصنّع من السيليكات والتي تستخرج من الرمل الموجود في العالم بكميات هائلة, على خلاف خطوط الاتصال الأخرى التي يدخل النحاس في صناعتها والذي يعتبر من المعادن المتناقص تواجدها في الطبيعة الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع أسعاره بشكل كبير جداً.

13 - قلة تكاليف التركيب والتشغيل Low Installation and Operation Cost

يمكننا توضيح هذه الخاصية المهمة على الشكل التالي:



<u>عيوب الألياف البصرية Optical Fiber Disadvantages</u>

هنالك بعض السلبيات والعيوب للألياف البصرية أهمها:

1. ارتفاع أسعار مكونات النظام مقارنة بأنظمة الاتصالات الكهربائية.
2. ارتفاع تكاليف أجهزة الإرسال والاستقبال.

3. ارتفاع تكاليف عملية التوصيل واللحام.
4. الألياف البصرية لا تستطيع نقل الكهرباء لتغذية محطات التقوية وإعادة البث.
5. هنالك تأخير في وضع المواصفات والمقاييس المعتمدة عالمياً لأنظمة الاتصالات الضوئية.

لكن هذه العيوب نسبية إذا ما قورنت بالميزات الهائلة للألياف البصرية كذلك مع تطور التقنيات في هذا المجال فإنها تتلاشى تدريجياً.

تطبيقات الألياف البصرية Fiber Optic Applications

لقد بدأ تطبيق واستخدام الألياف البصرية منذ أكثر من 30 عاماً حيث اقتصر استخدامها آنذاك على بعض الخطوط وفي أماكن محددة. لكن وخلال السنوات العشر الأخيرة انتشر استخدام الألياف البصرية بشكل واسع جداً وفي جميع دول العالم حيث تم تركيب ملايين الكيلومترات من خطوط الألياف البصرية.

إن أهم مجالات تطبيق الألياف البصرية في الوقت الحالي هي:

1- **خطوط الاتصالات بعيدة المدى Long Distance Telecommunications**.

2 - **شبكات الهاتف المحلية Local Telephone Networks**.

3- **البث التلفزيوني عبر الكيبل Cable Television**.

4- **الانترنت ونقل البيانات Internet and data communications**.

5- **الاتصالات العسكرية Military Communications**.

6- **المجسّات البصرية Optical Sensors**.

المدخل إلى لحام الألياف البصرية Entrance to butcher fibers optical

رقم التجربة : **26**

إسم التجربة : التعرف على الأجهزة المستخدمة في لحام الألياف البصرية وطريقة عملها.

أهداف التجربة:

- التعرف على الأجهزة المستخدمة في لحام الألياف البصرية.
- طريقة عمل الأجهزة المستخدمة في لحام الألياف البصرية.
- شرح موجز لجهاز التلحيم الخاص بالألياف البصرية.

الوقت المتوقع للتدريب: 2 ساعتان

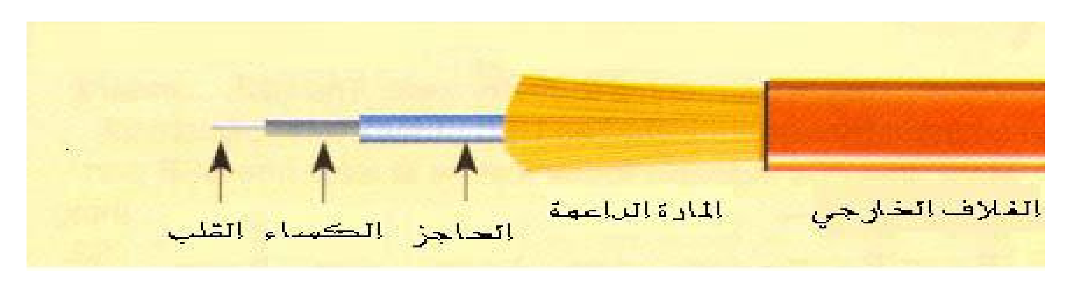
الأجهزة المستخدمة:

- ليف بصري مصنوع من الزجاج Fiber class .
- مقص.
- مسحة كحولية.
- مقص عراية متعدد الفوهات ذات أقطار مختلفة **Jacket stripper** .
- أداة لقطع الليف الزجاجي Cleaver .
- جهاز التلحيم الخاص بالألياف البصرية الزجاجية.

وصف الأجهزة المستخدمة:

- ليف بصري مصنوع من الزجاج:

وهو عبارة عن ليف زجاجي ذي قطر صغير جداً يتفاوت بين (10µm - 125µm) ميكرومتر مغطى بعدة طبقات من البلاستيك لحمايتة وكذلك مادة لزجة موجودة بين إحدى الطبقات العازلة لمنع دخول الماء الى الفايير ، كما في الشكل(26- 1).



الشكل (26- 1)

- مقص:

وهي أداة تستخدم لقص الجزء غير المستخدم، كما في الشكل(26- 2).



الشكل (26- 2)

- مسحة كحولية:

وهي عبارة عن قطعة من القماش أو من الورق مظافاً عليها مادة كحولية ، وتستخدم في عملية التنظيف وإزالة الشوائب العالقة على الفايبر،كما في الشكل (26- 3).




شكل (26- 3)

- مقص عراية متعدد الفوهات ذات أقطار مختلفة (Jacket stripper):

وهو مقص يتكون من عدة فوهات(فتحات) ذات أقطار مختلفة، كل فوهه(فتحة) مخصصة لإزالة طبقة من طبقات الحماية المحاطة بالليف البصري حسب السماكة المناسبة للقص، ومن هذه الأداة نستطيع تعرية الفايبر إلى أن نصل الى الليف الزجاجي المراد تلحيمة مع وجود بعض الشوائب التي تزال باستخدام المسحة الطبية، انظر الشكل (26- 4).







الشكل (26- 4)



- أداة قطع الليف الزجاجي Cleaver :

وهي أداة حساسه ذات دقة عالية وتسمى بالساطور، وتقوم بقطع الليف الزجاجي وذلك عند مقاس محدد يتوافق تماماً مع إعدادات جهاز التلحيم انظر الشكل، حيث تكون هذه الخطوة هي الأخيرة لتهيئة الفايبر للحام والتي يتم بعدها مباشرة وضع الليف الزجاجي بجهاز التلحيم لتتم عملية اللحام.



- جهاز التلحيم الخاص بالألياف البصرية الزجاجية:

وهو جهاز أُتوماتيكي ذو تحكم بالكمبيوتر يقوم بتلحيم الليف وذلك بعد تهيئتة لعملية اللحام، ويراعى في ذلك العناية والدقة في التعامل مع الجهاز وعملية اللحام حيث إن أي نسبة خطأ بسيطة قد تسبب رداءة اللحام مما يؤدي إلى ضعف الإشارة المارة عند نقطة اللحام، أو أن الجهاز لا يقبل عملية اللحام.



❖ إعداد جهاز التلحيم :

1- تأكد من أن الآلة متصلة بالجهد المناسب لها.

2- اضغط واستمر بالضغط على زر التشغيل ⏻ كما بالشكل حتى يضيئ مؤشر التشغيل الشكل (26- 5أ).

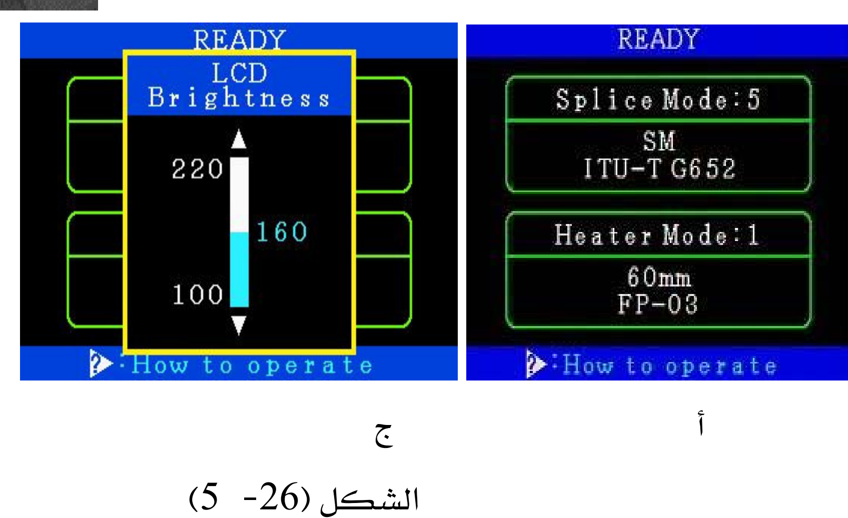
3- يمكنك ضبط شدة إضاءة الشاشة بالضغط على أحد المفتاحين و وعند الحصول على الإضاءة المناسبة اضغط على لتثبيت الضبط الشكل (26- 5ب).

4- اختر نمط التلحيم المناسب لليف المستخدم (AUTO , MM , SM).

5- اختر نمط التسخين المناسب لليف المستخدم ، كما بالشكل.

6- افتح غطاء التسخين وقم بضبط المؤشر ليطابق طول غلاف الحماية Sleeve length المستخدم .انظر الشكل (26- 5ج)





أ　　　　ج　　　　ب

الشكل (26- 5)

خلاصة الدرس :

في نهاية الدرس يكون المتدرب قد تعرف بإذن الله على جميع الأجهزة المستخدمة في لحام الألياف البصرية وطريقة عمل كل أداة وللتأكد من معرفة الأدوات ووظيفة كل أداة سجلها باختصار:

....

....

....

....

....

إعداد أداة القص وجهاز التلحيم Preparation the Cleaver and FSM

رقم التجربة : 27

اسم التجربة : إعداد أداة القص وجهاز التلحيم.

أهداف التجربة :

- التعرف على طريقة إعداد أداة القص وجهاز التلحيم.
- إتقان المتدرب إعداد أداة القص وجهاز التلحيم.
- التعرف على أهمية الإعداد في إنتاج كفاءة جيدة للحام.

الوقت المتوقع للتدريب: ساعتان

الأجهزه والأدوات المطلوبة :

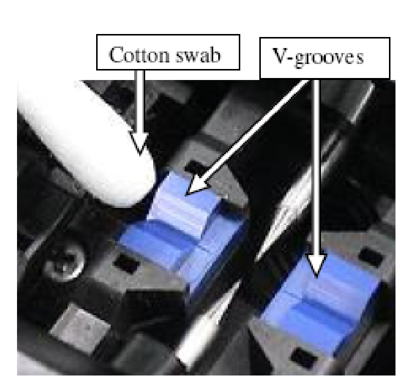
- أداة قطع الليف الزجاجي Cleaver .
- مسحة قطنية.
- مادة كحولية.
- جهاز التلحيم الخاص بالألياف البصرية الزجاجية FSM .

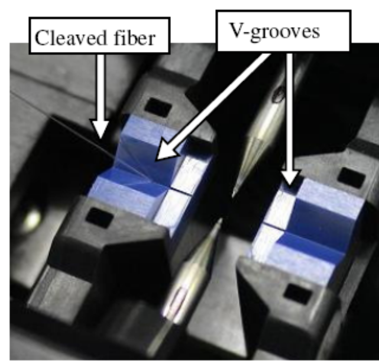
الإجراءات المطلوبة :

للمحافظة على جودة التلحيم يجب التأكد من الإعدادات والتنظيف قبل البدء في التلحيم وهي على النحو التالي :

1- تنظيف منحنى V-grooves المتواجد في جهاز التلحيم، انظر الشكل (27- 1). حيث إنة المسؤول عن أن الفايبرين يكونان متقابلين تماماً، لأن أي ذرات غبار تكون عالقة على المنحنى تغير من اتجاه الفايبر من حيث التقابل فيسبب ذلك في فقد أو ضعف الإشارة المارة أو أن الذرات تدخل في قلب الليف في عملية التلحيم مما يسبب أيضاً في فقد أو ضعف الإشارة المارة، ويستحسن أن يكون التنظيف بشكل دوري وخطواته على النحو التالي :

- افتح غطاء الحماية.





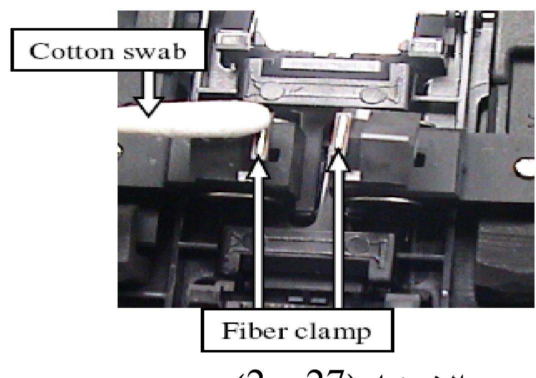
-

الشكل (27- 1)

- ينظف قاع المنحنى V-grooves بمسحة قطنية كحولية ،ثم يزال أثر ماتبقى من الكحول بمسحة قطنية جافة.
- إذا كان هناك تلوث عالق في منحنى V-grooves ولا يمكن إزالتة باستخدام مسحة قطنية كحولية نستخدم رأس النهاية الطرفية لليف بصري غير مستخدم للحام لإزالة العوالق ثم بعد ذلك نعيد مسح المنحنى V-grooves بالمسحة القطنية الكحولية ،وبعده يزال ماتبقى من الكحول بمسحة قطنية جافة.

2- تنظيف مثبت رقائق الليف البصري (fiber clamp chips)، انظر الشكل(27- 2) والموجود على غطاء الحماية حيث تتم خطواتة كالتالي :

- يفتح غطاء الحماية إلى النهاية.

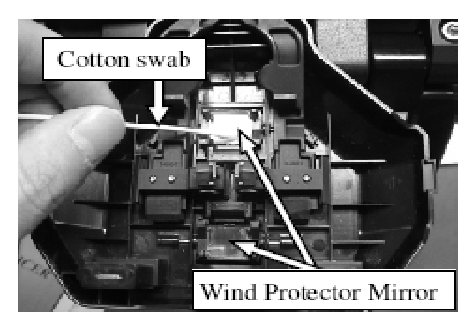


الشكل (27- 2)

- يمسح مثبت رقائق الليف البصري(fiber clamp chips)بمسحة قطنية كحولية ،وبعدها يزال ماتبقى من الكحول بمسحة قطنية جافة.

3- تنظيف مرايا غطاء الحماية، الشكل (27- 3) والموجودة على ظهر الغطاء ،حيث عدم نظافتها يسبب بأخذ صورة لليف غير اضحه مما يؤدي إلى عدم وضوح بعض الأخطاء الظاهرة على الشاشة لذلك يجب عمل التالي :

- يفتح غطاء الحماية إلى النهاية.



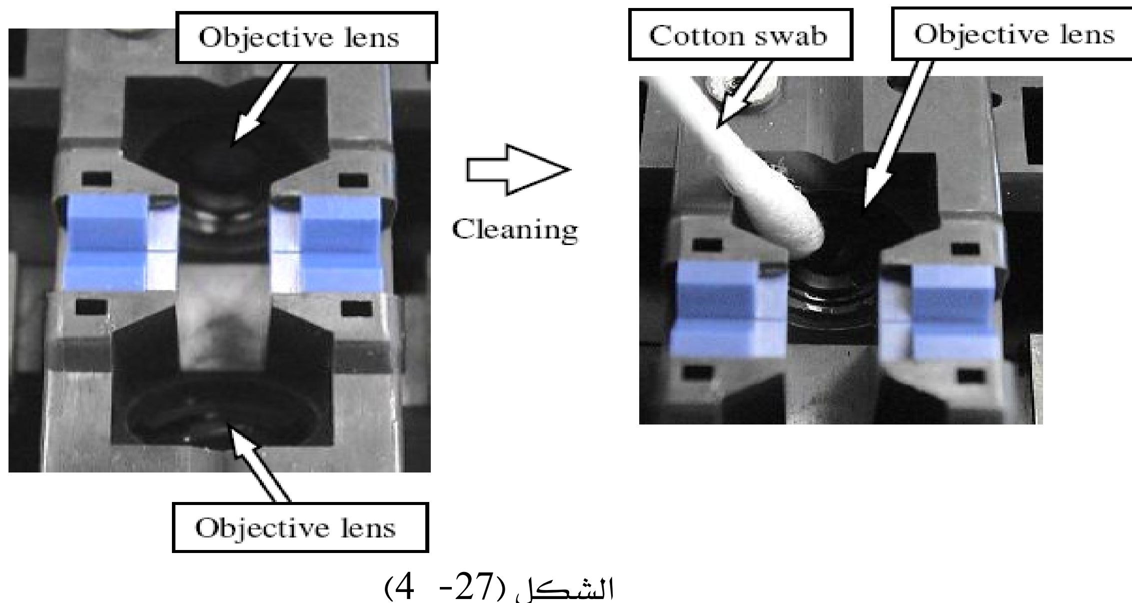
الشكل (27- 3)

- تمسح مرايا غطاء الحماية بمسحة قطنية كحولية لإزالة الوسخ العالق على المرايا وبعدها يمكن إزالة ماتبقى من الكحول بمسحة قطنية جافة .

- يجب التأكد من أن المرآة لا يوجد بها آثار عالقة أو بقعة وسخ أو دخان عالق من آثار اللحام السابق.

4- تنظيف عدسات الكاميرا الموضوعة Objective lens ،الشكل(27- 4) والتي تقوم بتصوير الليف إثر انعكاسة عبر المرايا الموجودة في جدار الحماية، حيث ان الأوساخ الموجودة أو الغبار العالق على العدسة يسبب في عدم وضوح الصورة على الشاشة مما يؤدي إلى عدم إمكانية الجهاز على اللحام أو أن يكون الليف بعد اللحام ضعيفاً في مرور الإشارة، ويتم ذلك على النحو التالي :

- افتح غطاء الحماية إلى النهاية.



الشكل (27- 4)

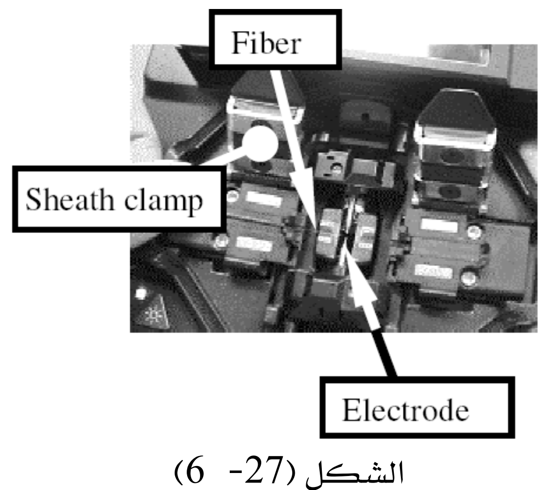
- تمسح عدسات الكاميرا بمسحة قطنية كحولية لإزالة ماعليها من أوساخ أو غبار، ثم يزال ماتبقى من كحول بمسحة قطنية جافة.

5- تنظيف أداة قطع الليف الزجاجي Cleaver (الساطور)، الشكل (27- 5) حيث إن أي تلوث يكون عالقاً على شفرة الساطورة فإنة يؤدي إمّا إلى قص لليف غير صالح للتلحيم أو أن التلوث ينتقل إلى الفايبر فيسبب رداءة اللحام وفقد في الإشارة المارة، لذلك يجب مسح شفرة الساطورة بمسحة قطنية مشبعة بالكحول.



الشكل (27- 5)

6- تنظيف ومعايرة القوس Arc Calibration ، الشكل (27- 6) والقوس هو ناتج كهربائي يتكون بين رأسي الدبوسين المتقابلين عند تشغيل التلحيم ويجب تنظيفهما حيث ينتج لنا قوس ذو كفاءة عالية حسب الضبط وذلك باستخدام مسحة قطنية كحولية ثم بعد ذلك تستخدم مسحه جافة لإزالة ماتبقى من كحول، ويمكن معايرة القوس حسب الليف المستخدم.



الشكل (27- 6)

الاستنتاجات :

- اكتب ملاحظاتك واستنتاجاتك من التجربة :

....

....

....

....

....

....

....

....

تهيئة الليف البصري لعملية اللحام Create fiber optic splicing

رقم التجربة : 28

اسم التجربة : تهيئة الليف البصري لعملية اللحام

أهداف التجربة :

- التعرف على استخدام الأجهزة اللازمه لتهيئة الليف البصري لعملية اللحام.
- إتقان المتدرب على طريقة تهيئة الليف البصري بشكل جيد لعملية اللحام.

الوقت المتوقع للتدريب: ساعتان

الأجهزة والأدوات المطلوبة :

- ليف بصري زجاجي Fiber Optic، الشكل (28- 1).
- مسحة كحولية، الشكل (28- 1).
- مقص، الشكل (28- 1).
- مقص عراية متعدد الفوهات ذات أقطار مختلفة Jacket stripper، الشكل (28- 1).
- أداة لقطع الليف الزجاجي Cleaver ، الشكل (28- 1).



الشكل (28- 1)

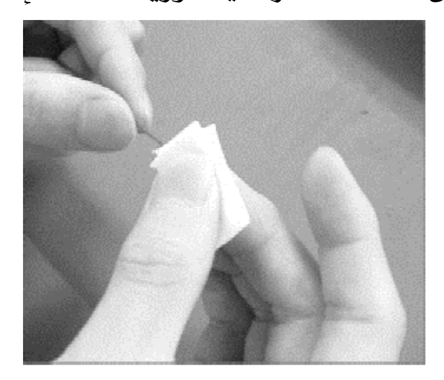
إجراءات التجربة :

تنبية :- للتدريب على تهيئة الليف البصري قم بقص 1m تقريباً باستخدام المقص من الليف البصري الموجود في البكرة داخل المعمل والمخصصة للتدريب،ثم عمل عقدة في منتصف الليف الشكل (28- 2)،التي تمنع خروج الليف الزجاجي من الغلاف المحاط به لوجود مادة لزجة تسمح بانزلاقة وخروجة ويمكن من هذا الليف المخصص للتدريب استخدام نهايتهي الطرفين للتلحيم بينهما.



الشكل (28- 2)

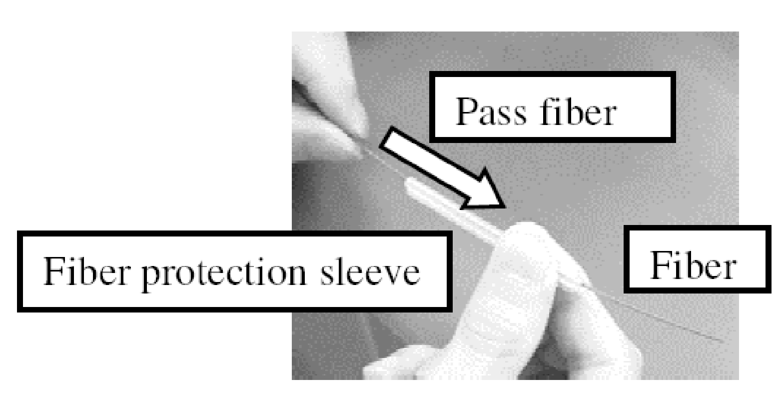
1- قم بتنظيف الليف البصري بالمسحة الكحولية جيداً وبشكل صحيح وهو من أول غلاف تم تعريتة إلى رأس النهاية الطرفية لليف. الشكل (28- 3)، لأن أي ذرات غبار تكون متواجدة في الليف قد تدخل في غلاف الحماية وينتج عن ذلك تكسر الليف وزيادة فقد الإشارة المارة.





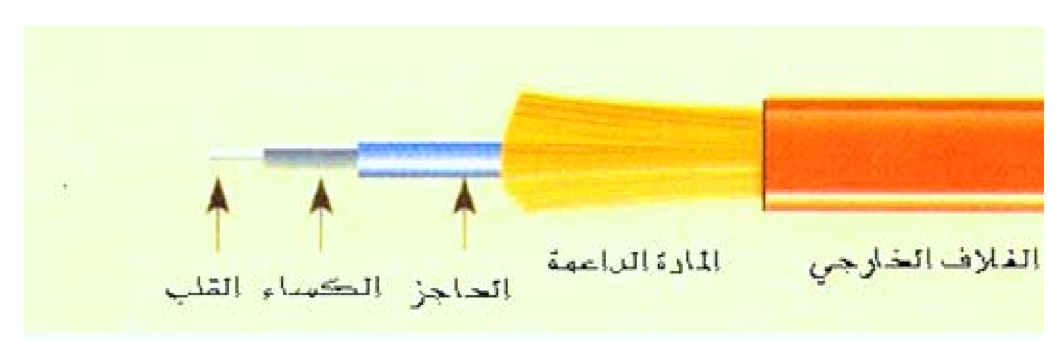
الشكل (28- 3)

2- قم بوضع غلاف الحماية Protection sleeve على الليف البصري،غلاف الحماية سوف ينكمش في إنبوب الحرارة بعد نهاية التلحيم،الشكل(28- 4).



الشكل (28- 4)

3- قم بإزالة الطبقات المغلفة لقلب الليف البصري، الشكل(28- 5أ) باستخدام مقص عراية متعدد الفوهات ذات أقطار مختلفة Jacket stripper ومقص عادي وذلك حسب سماكة الغلاف حيث يوضع بالقطر المناسب في مقص العراية الشكل (28- 5ب)، لأن أي وضعية للغلاف في غيرمكانها الصحيح قد تسبب في كسر الليف الزجاجي أو خدشة .



الشكل (28- 5أ)



الشكل (28- 5ب)

4- عند إزالة أي طبقة من طبقات غلاف الليف البصري الزجاجي يجب مراعاة أن كل غلاف يزال عند طول محدد ،وكأول مرحلة للقص وإزالة الغلاف الأول فإن الطول المناسب للإزالة بين (12cm-15cm) من النهاية .

5- عند إزالة الغلاف الأول سوف تظهر لك شعيرات(المادة الداعمة) ،قم بقص الشعيرات بالمقص العادي من نفس المكان الذي قص فية الغلاف الأول الشكل (28- 6).



الشكل (28-6)

6- قم بتعرية الغلاف التالي لليف البصري عند طول من (30mm- 40mm) من النهاية ثم نظف الليف بمسحة كحول.

7- قم بتعرية الغلاف الخارجي لليف البصري وهي المرحلة الأخيرة من عملية التعرية باستخدام مقص عراية متعدد الفوهات ذات أقطار مختلفة Jacket stripper وبعد هذه المرحلة سوف يكون هناك شوائب عالقة يتم إزالتها بمسحة كحولية جديده.

8- الآن نقوم باستخدام أداة قطع الليف الزجاجي Cleaver (ساطور) لتهيئة الليف لجهاز اللحام ولاستخدام الأداة بشكل جيد نتبع الخطوات التالية:

أ- لفتح غطاء الأداة قم بالضغط برفق على وضع الفتح (Unlock) ثم ارفع يدك سوف يرتفع الغطاء ويكون جاهزاً لوضع الليف.

ب- تأكد من أن الشفرة في مكانها الصحيح وإذا لم تكن كذلك قم بإعادتها إلى مكانها وذلك بالضغط على درج الشفرة حتى تتأكد من رجوعها ، الشكل (28- 7).



الشكل (28- 7)

ت- قم بإزالة الغبار والأوساخ العالقة على الشفرة باستخدام مسحة كحولية كما ذكر سابقاً.

ث- ضع الليف البصري المعرى على أداة القطع (Cleaver)، الشكل (28- 8أ) في المجرى (المسار) الملائم لسماكة الليف المستخدم،وذلك عند طول محدد يتناسب مع إعدادات جهاز التلحيم .

ج- اضغط ببطء على الغطاء، الشكل (28- 8ب) حتى تقوم الشفرة بملامسة الليف الزجاجي.



ب أ

الشكل (28- 8)

ح- اضغط بسرعة على الغطاء حتى تتحرك الشفرة ويتم قص الليف الزجاجي.

خ- ارفع يدك ببطء عن الغطاء حتى يعود إلى مكانة.

د- تخلص من الزيادة المقصوصة من الليف الزجاجي والموجود في علبة النفايات.

9- بعد الانتهاء من مرحلة القص وهي المرحلة الأخيرة في عملية التهيئة يجب الانتباه بعدم ملامسة الليف الزجاجي للطاولة ولا يتعرض للغبار ويوضع مباشرة في آلة اللحام.

ملحوظة :

- لإتقان اللحام بشكل جيد كرر التجربة عدة مرات حسب توجيهات المدرب.
- عند إجراء عملية اللحام يجب توخي الحذر وعدم لمس الليف أو القطع المكسورة منة مباشرة .
- عند الانتهاء من التجربة قم بإعادة الأدوات إلى مكانها ونظف المكان بأدوات النظافة المتوفرة والمخصصة لذلك.

النتائج :

المهارات	التقييم		
	القص الأول	القص الثاني	القص الثالث
استخدام أدوات القص بالطريقة الصحيحة	___ / 2	___ / 2	___ / 2
تعرية طبقات الليف البصري وتهيئتة للقص	___ / 2	___ / 2	___ / 2
وضع الليف في أداة القص وعند القياس المطلوب	___ / 2	___ / 2	___ / 2
استخدام أداة القص	___ / 2	___ / 2	___ / 2
المحافظة على المعمل وإعادة الأدوات مكانها	___ / 2	___ / 2	___ / 2
مجموع التقييم	___ / 10	___ / 10	___ / 10
الدرجة	___ / 10		

الملاحظات والاستنتاجات :

- اكتب لمدربك الملاحظات والاستنتاجات مع كتابة أهم النقاط في هذه التجربة:

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

ربط الألياف البصرية Splicing of Fiber Optic

رقم التجربة : 29

اسم التجربة : ربط الألياف البصرية باستخدام اللحام.

أهداف التجربة :

- التعرف على طريقة ربط الألياف البصرية باستخدام اللحام.
- إتقان المتدرب على عمل جهاز اللحام FSM وكيفية التعامل معه.
- طريقة إعداد الليف البصري للحام.

الوقت المتوقع للتدريب: ساعتان

الأجهزة والأدوات المطلوبة :

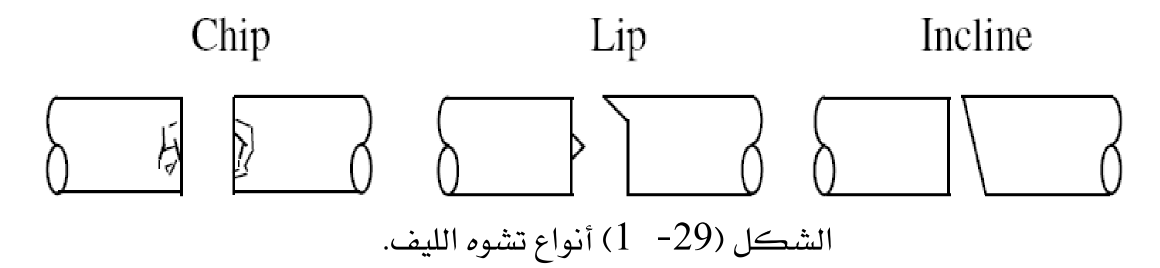
- جهاز أُتوماتيكي ذو تحكم بالكمبيوتر لتلحيم الليف البصري FSM .
- مسحة كحولية .
- ليف بصري قد تم إعداده للحام كما في التجربة السابقة.

مقدمة نظرية :

جهاز ربط أو لحام الألياف البصرية FSM هو جهاز أُتوماتيكي ذو تحكم بالكمبيوتر له القدرة على لحام الألياف البصرية الزجاجية بدقة عالية تختلف عن الطريقة اليدوية ، كما يمكن استخدامه في لحام الألياف البصرية الزجاجية متعددة النمط وأحادية النمط ، وأيضاً يمكن استخدامة بالتوصيل بالطاقة الكهربائية أو بالبطارية الداخلية عند شحنها حيث إن بعض الأعطال والتي تحتاج إلى لحام قد لا تتوفر بجوارها مصدر طاقة كهربائية لذلك يمكن استخدام البطارية ، وقبل البدء في إجراءات ربط الألياف البصرية فإننا سوف نتطرق لمقدمة عن إجراءات الربط Splicing procedure وهي :

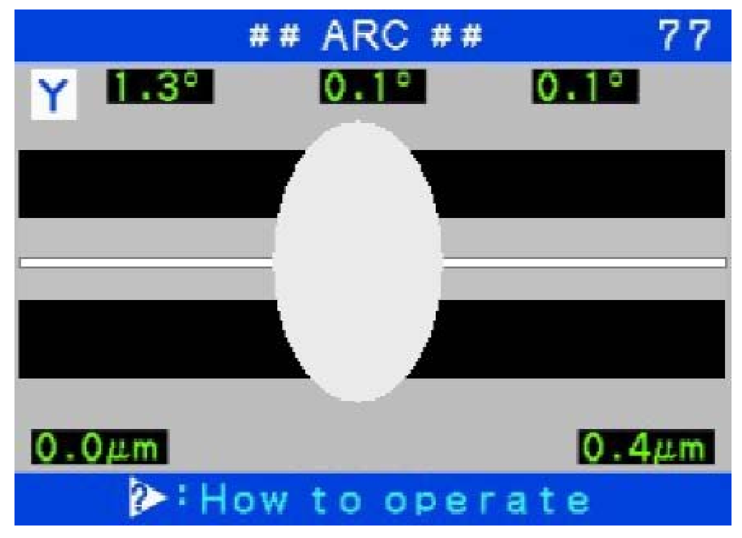
- للتأكد من أن الليف صالح للحام ولا يوجد به تشوه من تكسر(Chip) أو وجود تأثير حافة (Lip) أو على شكل

منحدر(Incline)،كما بالشكل (29- 1) فإن الجهاز بأخذه صورة لليف لا يقوم بعملية التلحيم عندما تتبين تلك العيوب بدقة على الشاشة.



الشكل (29- 1) أنواع تشوه الليف.

- بعد انتهاء الجهاز من التأكد من أن الليف البصري صالح للتلحيم ولا يوجد به أي تشوه من التي ذكرناها سابقاً يبدأ بالتلحيم حيث يرسل إشارة كهربائية بين القطبين (Electrode) مما يؤدي لانبعاث حرارة القوس Arc والتي تقوم بتذويب رأس الليف ثم تبدأ عملية الالتصاق والتلحيم ،كما في الشكل (29- 2) .



الشكل (29- 2) أثر حرارة القوس Arc .

- في نهاية مرحلة التلحيم يتبين لنا من الشاشة كفاءة التلحيم ،شكل (29- 3) وما مقدار الفقد الذي يحدث في حالة إختبار مرور الإشارة الضوئية من مصدر ضوء من نوع (LED) خلال الليف، كذلك يتبين من الشاشة ناتج الربط إذا كان هناك إنتفاخ في المنتصف (Fat) أورقيق في المنتصف (Thin) أو وجود فقاعات (Bubble) أو حرق غبار كبير (Large Dust Burn) .



الشكل(29- 3) يبين إنها اللحام بكفاءة جيدة وبدون فقد للإشارة

- أخيراً إذا وجد أي عيب أو فقد عند فحص الليف فإن المدرب الفني هو الذي يقرر أن تعاد عملية التلحيم أو عدمها.

إن العيوب التي تنتج أثناء عملية اللحام يجب معرفة أسباب حدوثها وطريقة علاجها ولذلك تم إنشاء جدول (29- 1) يوضح أشكال العيوب وسببها والحل المناسب لها.

حل وعلاج العيوب	سبب العيوب	عرض العيوب
نظف الغبار الواقع على منحنى V-groove وكذلك الماسك	وجود ذرات غبار على منحنى V-groove أو على الماسك المغناطيسي	اختلاف توازن المحور Clad axial offset
تأكد من القص	رداءة النهاية الطرفية لليف	الاحـــتراق Combustion
نظف الليف كلياً وكذلك Arc	مازال الغبار موجود بعد عملية التنظيف على الليف وعلى Arc	
تأكد من القص	رداءة النهاية الطرفية لليف	الفقـاعـات

اضبط الحرارة المناسبة والوقت المناسب	مدة انبعاث الحرارة قليلة أو الوقت قصير	Bubbles
تأكد من ضبط الحشوة	حشوة الليف قليلة	الفصـــل Separation
اضبط الحرارة المناسبة والوقت المناسب	مدة انبعاث الحرارة قوية أو الوقت طويل	
قلل الحشوة	حشوة الليف كثيرة	الانتفـاخ Fat
اعمل معايرة لقوة Arc	قوة Arc غير كافية	رقيقـــة Thin
اضبط المعاملات	بعض معاملات Arc لم تضبط جيداً	
اضبط المعاملات	بعض معاملات Arc لم تضبط جيداً	ظهور خط Line

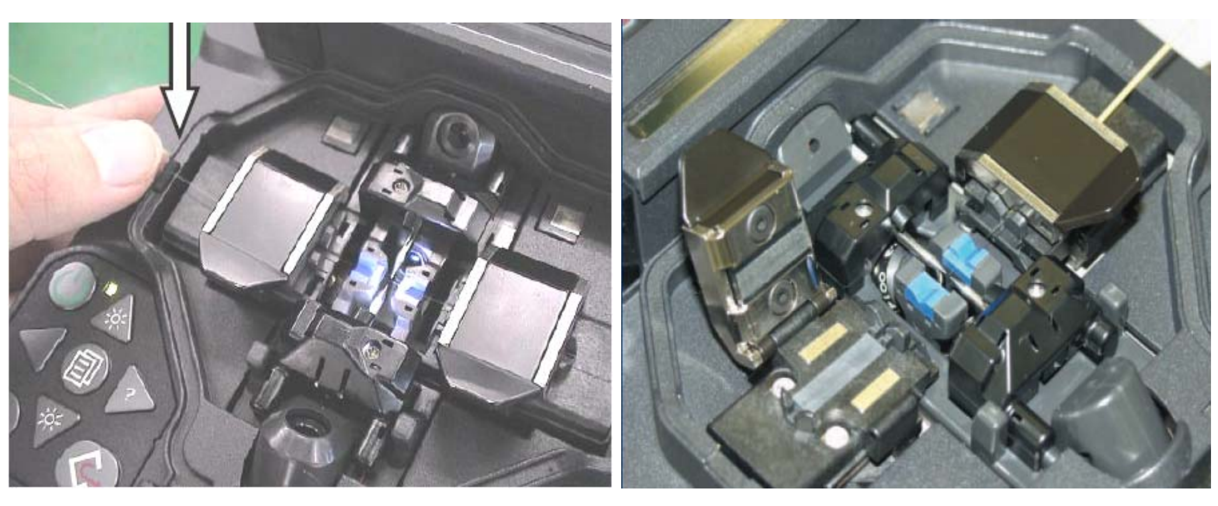
جدول (29 – 1)

إجراءات التجربة :

1- ارفع غطاء الحماية .

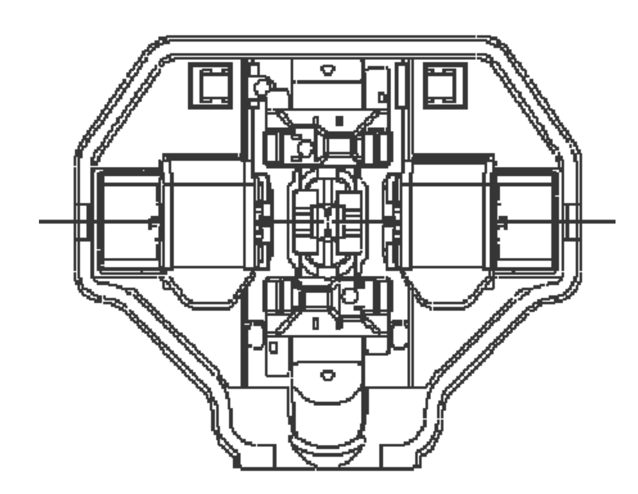
2- بعد تهيئة الليف للحام، ضعه في مكانه المناسب في جهاز اللحام والذي يكون على شكل حرف V-grooves ، حيث يكون رأس الليف واقع في منتصف القطبين الكهربائيين (Electrode) وهما على شكل رأس دبوس وذلك عند إغلاق غطاء الحماية .

3- في حالة وضع الليف في مكانه يجب مسك الليف بأطراف أصابع اليد،ثم يفتح المشبك المغناطيسي(Sheath clamp)الذي يقوم بتثبيت الليف في مكانة ومجراه الصحيح، شكل(29-4) حيث أي تحرك لليف أوعدم وضعة في مكانة الصحيح يتسبب في ضعف اللحام وينتج عن ذلك فقد في الإشارة العابرة أو أن الجهاز لا يتمم عملية التلحيم.



الشكل (29- 4) طريقة وضع الليف .

4- أعد غطاء الحماية إلى مكانة مع الأخذ بالاعتبار أن أطراف الليف البصري، الشكل(29-5) تكون في مسارها وهو المخرج الوحيد لها عند إغلاق غطاء الحماية ،لأنة مكوّن من إسفنج يمنع من دخول الغبار ويسمح بسحب الليف إلى الداخل.



الشكل (29- 5) إعداد الليف قبل إغلاق الغطاء

5- تأكد أن الليف في مساره الصحيح حتى لا يعلق الليف على بوابة الغطاء ولن يتم اللحام ،وكذلك تأكد من سماكة الليف حيث يجب أن تكون مطابقة للمقاسات المذكورة في تجربة إعداد الليف ،لأن سماكة الليف الزائدة تؤدي أيضاً إلى أن يعلق الليف على بوابة الغطاء.

6- إذا كان ضبط الجهاز FSM تلقائياً في عملية اللحام فإنه عند إعادة غطاء الحماية سيقوم الجهاز باللحام مباشرة ،ولكن الأفضل أن يكون إعدادات الجهاز بالتحكم.

7- إذا كان ضبط الجهاز FSM بالتحكم في عملية اللحام فإنه عند إعادة غطاء الحماية ،قم بالضغط على مفتاح SET وسيقوم الجهاز بعملية اللحام.

وهذه الخطوة تمنحنا فرصة للتأكد من وضعية الليف في مكانة كما يمكن إظهار شكل رأس الليف على الشاشة قبل إجراء التلحيم.



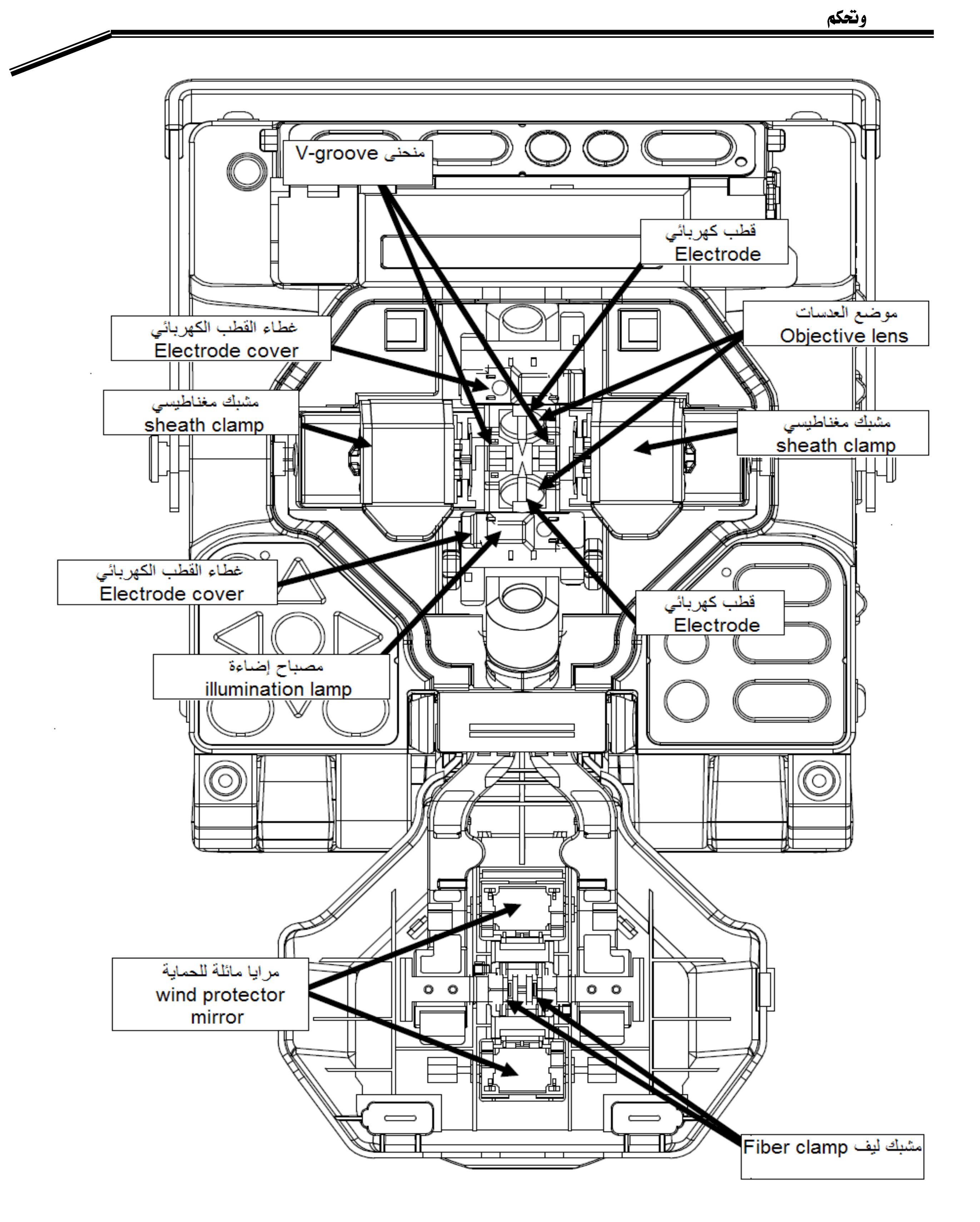
الشكل يبين صورة فعلية لجهاز FSM وفي شاشتة صورة لليف تبين مطابقتة للحام.

ملحوظة :

- لإتقان اللحام بشكل جيد كرر التجربة عدة مرات حسب توجيهات المدرب.
- عند إجراء عملية اللحام يجب توخي الحذر وعدم لمس الليف أو القطع المكسورة منة مباشرة .
- عند الانتهاء من التجربة قم بإعادة الأدوات إلى مكانها ونظف المكان بأدوات النظافة المتوفرة والمخصصة لذلك.

اجعل مدربك يقَوِّم اللحام الذي أجريتة في الجدول التالي :

التلحيم الأول			
(4)نتيجة اللحام	(3)وضع الليف على منحنىV-groove	(2)ضبط جهاز التلحيمFSM	(1)تهيئة النهاية الطرفية
___ / 2	___ / 2	___ / 2	___ / 2
التلحيم الثاني			
(4)نتيجة اللحام	(3)وضع الليف على منحنىV-groove	(2)ضبط جهاز التلحيمFSM	(1)تهيئة النهاية الطرفية
___ / 2	___ / 2	___ / 2	___ / 2
التلحيم الثالث			
(4)نتيجة اللحام	(3)وضع الليف على منحنىV-groove	(2)ضبط جهاز التلحيمFSM	(1)تهيئة النهاية الطرفية
___ / 2	___ / 2	___ / 2	___ / 2
الدرجة		**مجموع النقاط**	



الشكل يبين أجزاء جهاز اللحام FSM

التعليق والاستنتاجات :

أكتب تعليقاتك على التجربة والاستنتاجات التي استنتجتها من عملية اللحام.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

فحص أعطال الليف البصري باستخدام جهاز OTDR
Test defect fiber optical by OTDR
(OTDR: Optical Time Domain Reflectometer)

رقم التجربة : **30**

اسم التجربة : فحص أعطال الألياف البصرية باستخدام جهاز OTDR

أهداف التجربة :

- التعرف على الأدوات المستخدمة في فحص أعطال الليف البصري.
- التعرف على طريقة فحص الليف البصري باستخدام جهاز OTDR .
- إتقان المتدرب على ضبط وتشغيل جهاز الفحص OTDR وتطبيقه على الليف.

الوقت المتوقع للتدريب: ساعتان

الأدوات المستخدمة :

- جهاز فحص الألياف البصرية OTDR .
- مسحة كحولية.
- ليف بصري ذي طول محدّد وبوصلة في أحد طرفيه.

معلومات الأمان :

لدقة وخطورة الجهازعلى كل من يستخدمه،فإنه يلزم توخي الحذر ومعرفة طريقة تشغيله وقراءة معلومات الأمان وهي :

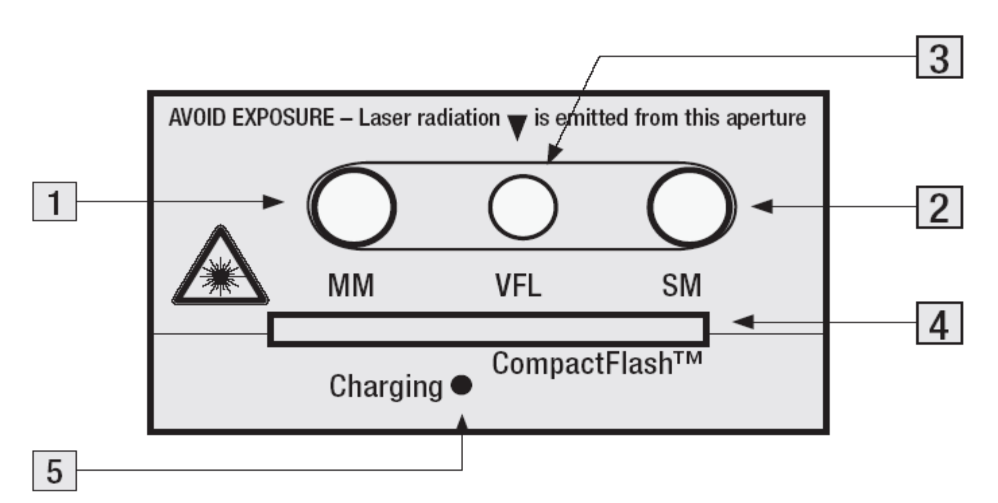
- عند إجراء التجربة أو التعديل في الجهاز فإنه يجب الحذر من الضوء الصادر لخطورته حيث إن الضوء الخارج عبارة عن شعاع ليزر ذات أطوال موجية عالية وهي خطرة على شبكية العين، ونحذر من النظر مباشرة إلى المصادر الضوئية.
- كن حذراً في استعمال وصلة التيار المتردد AC واختيار الفولتية المناسبة.

- لا تجرِ أي اختبار فحص حتى تتأكد من الإعدادات الصحيحة لليف المستخدم.
- استخدم المخرج المناسب لليف المراد فحصه حسب الجدول (30- 1).

ملاحظة :عند إجراء الفحص لليف البصري يجب اتخاذ الطريقة الصحيحة في التوصيل، وأن لايكون هناك خدش على رأس الليف وأن تكون أغطية الغبار في الجهاز دائماً في مكانها ولا يتم إبعادها إلا لحظة إجراء الفحص حتى يتم المحافظة على مصدر الضوء. ومن المعلوم أن ذرات الغبار تتسبب في ضعف الإشارة.

وصف وظائف الجهاز :

- عند إجراء الفحص لليف المستخدم يجب توصيله في المنفذ المناسب له وذلك حسب مخرج الليزر. كما في الشكل (30- 1) ويتبين ذلك في الجدول (30- 1) :



الشكل (30- 1) : صورة رأسيه لجهاز فحص الألياف OTDR من نوع M 100

1	منفذ بصري متعدد النمط MM	الأطوال الموجية nm(850-1300) تستخدم منفذ OTDR متعدد النمط ذات مخرج الليزر الأول
2	منفذ بصري أحادي النمط SM	الأطوال الموجية nm(1310-1550) تستخدم منفذ OTDR أحادي النمط ذات مخرج الليزر الأول
3	منفذ VFL	الطول الموجي 650 nm (ليزر أحمر) يستخدم مخرج الليزر الثاني
4	تحكم سريع	وهو لوضع بطاقة الذاكرة وتشغيل الإعدادات المحفوظة
5	مؤشر الشاحن	يكون على ON عندما تكون وصلة AC في الكهرباء يكون على OFF عندما تعمل على بطارية مشحونة بالكامل

الجدول (30- 1)

- ولمعرفة طريقة إعداد جهاز فحص الألياف نتطرق إلى وظائف مفاتيح الجهاز كما بالشكل(30- 2) والجدول (30- 2) :

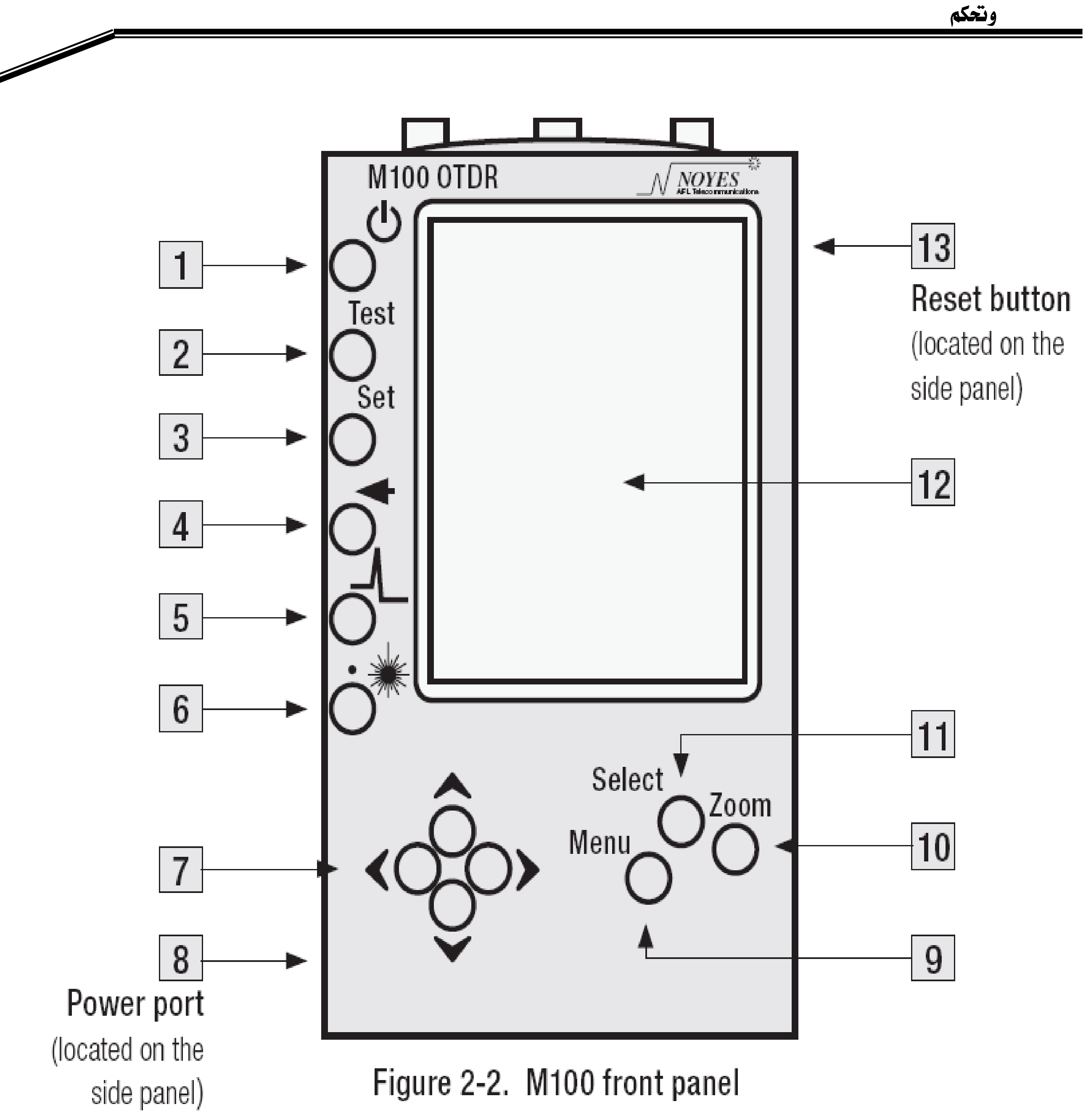
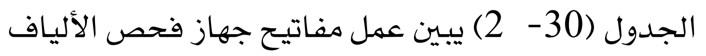


Figure 2-2. M100 front panel

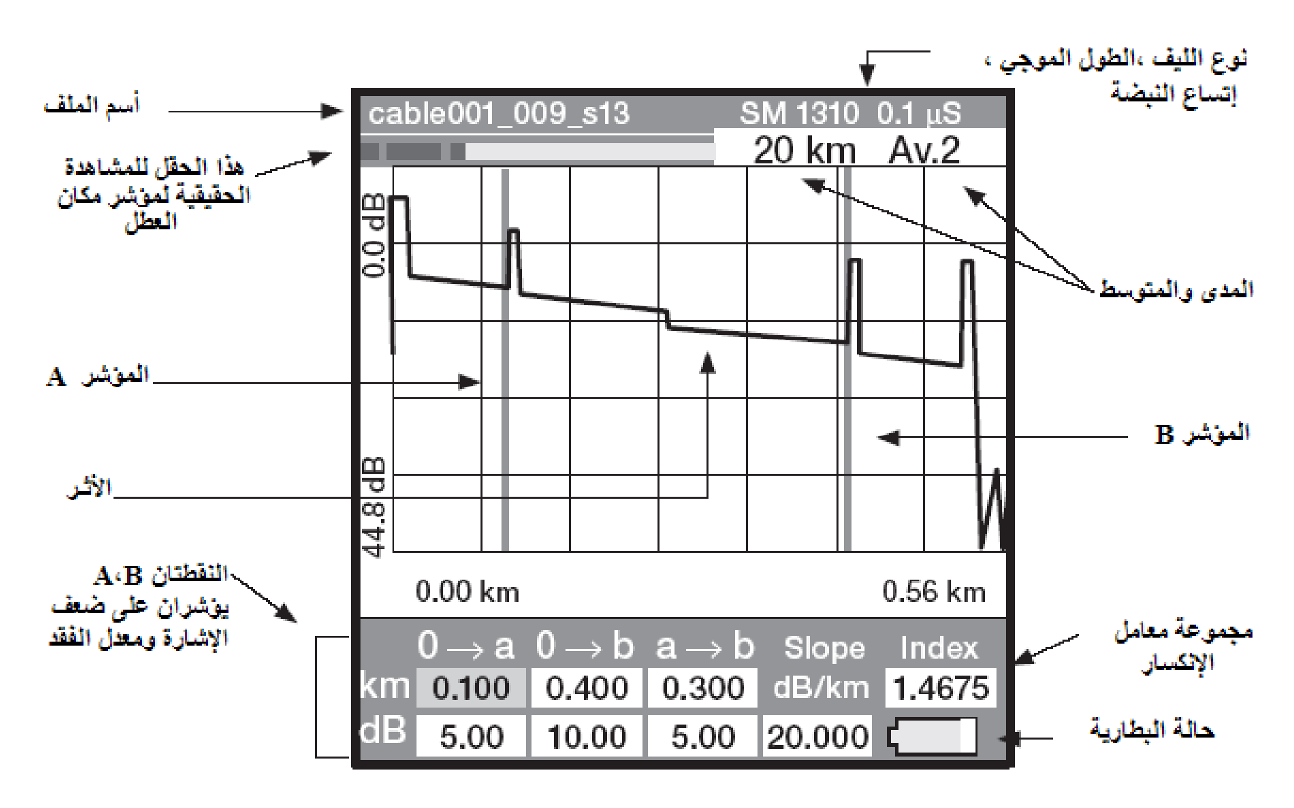
الشكل (30- 2) : صورة لواجهة جهاز فحص الألياف

1	مفتاح التشغيل Power key -	اضغط واستمر بالضغط لمدة ثانيتين تقريباً لتشغيل أو إغلاق الجهاز
2	مفتاح الفحص [Test] key	اضغط لبدء أو إيقاف الفحص
3	مفتاح الضبط **Set key**	اضغط للوصول الى ضبط الشاشة
4	مفتاح الرجوع Back key -	اضغط لإرجاع الشاشة السابقة
5	مفتاح الحدَث Event key -	اضغط لعرض نتيجة الحدَث بالشاشة
6	مفتاح لVFL VFL key -	اضغط لإدارة تشغيل أو إغلاق VFL (ليزر أحمر)
7	مفاتيح الأسهم Arrow keys	اضغط لإدارة القوائم،وتغيير ضبط القياسات، وتحرك المؤشرات،وتغيير مستوى تقريب الصورة
8	منفذ الطاقة Power port	وصلة الطاقة AC تكون موصلة لعمل الجهاز وتغذية البطارية
9	مفتاح القائمة [Menu] key	اضغط لوصول [قائمة] الشاشة
10	مفتاح التقريب [Zoom] key	اضغط لتقريب وإبعاد الشكل
11	مفتاح الاختيار [Select] key	ضغط لتثبيت المؤشر بين [a] و [b] وتقريب وإبعاد الشكل
12	العرض Display	يستخدم لمشاهدة عمل OTDR على الشاشة ,وكذلك لفحص الشاشة
13	زرّ الإعادة [Reset] button	يستخدم لإعادة تركيب البرمجيات والاحتياطية



الجدول (30- 2) يبين عمل مفاتيح جهاز فحص الألياف

الشكل (30- 3) يوضح شاشة جهاز فحص الألياف البصرية بعد أخذ أحد الألياف كمثال ليتبين لك معطيات الشاشة.



الشكل (30- 3) عرض فحص ليف بصري على الشاشة كمثال توضيحي

وعلى نفس المثال يتم إعداد ضبط الفحص كما بالشكل (33- 4) ويتم ضبطها بناءً على بعض المعطيات التي تعطى لفحص أي ليف بصري.

Next Measure Settings:	
Wavelength, nm	MM 850
Distance Range, km	20
Pulse Width, uS	0.3
Average, count	2
Filter (smooth)	OFF
Index	1.4960

Event Table Thresholds:	
Backscatter, (1 nS)	-68.0
Reflectance, dB	-52.7
Loss, dB	0.22

↓ ↑ Move
Change ← →
Test Start Measurement

الشكل (30- 4)

إجراءات التجربة :

1- اضغط واستمر بالضغط لتشغيل الجهاز وضبط إعدادات الفحص.

2- قم بضبط إعدادات الفحص حسب الليف المستخدم بالشاشة ومثال ذلك كما في الشكل (30- 3).

3- قم بضبط قياسات وتحديد الطول الموجي لليف المستخدم حسب المعطيات في الجدول(30- 1).

4- قم بضبط قياسات وتحديد المدى ، حيث يفضل اختيار المدى الذي يأتي بعد الطول المستخدم مباشرةً وكمثال على ذلك إذا كان لديك ليف بصري طولة 1.5 km فإن المدى المناسب له 2.5 km ،والجدول التالي (30- 3) يبين اختيار مدى المسافة المناسب للطول الموجي المستخدم :

الطول الموجي Wavelength (nm)	مدى المسافة Distance Range (km)	المقرر لجهاز M100 Resolution
MM 850	0.3,0.6,1.2,2.5,5.0,10,20	1.25
MM 1300	0.3,0.6,1.2,2.5,5.0,10,20	1.25
	40	2.5
SM 1310 SM 1550	0.3,0.6,1.2,2.5,5.0,10,20	1.25
	40	2.5
	80	5.0
	160	10.0

الجدول (30- 3)

5- قم بضبط قياسات وتحديد اتساع النبضة حسب الطول الموجي المستخدم ,كما في الجدول (30- 4).

الطول الموجي Wavelength (nm)	إتساع النبضة Pulse Width (μs)
MM 850	0.03 , 0.1 , 0.3 , 1
MM 1300	0.03 , 0.1 , 0.3 , 1
SM 1310	0.03 , 0.1 , 0.3 , 1 , 3
SM 1550	0.03 , 0.1 , 0.3 , 1 , 3 , 10

الجدول (30- 4)

6- قم بضبط قياسات و تحديد معدلات الزمن اللازم لتكرار الفحص وذلك باختيار(نمط اختبارِ حيٍّ أَو موقوتِ) ويتم ضبط الوقت حسب الجدول (30- 5) :

زمن الفحص (تقريبي) Test Time (approximately)	شكل الاختبار Test Mode	معدل الضبط Average Setting
متواصل	حي أو مباشر	0
7 seconds	موقوت	1
8 seconds		2
9 seconds		4
11 seconds		8
16 seconds		16
26 seconds		32
47 seconds		64
1.5 minute		128
3minutes		255

الجدول (30- 6)

ملاحظة :

ينصح باختيار زمن فحص أقل للمعدلات المختارة لتفادي التشويش الناتج من عملية الفحص.

7- قم بتشغيل مفتاح المرشح (Filter) لإزالة التشويش والتقطع الناتج من إجراء الفحص والظاهر على الشاشة وذلك من طريقة حساب المعدلات في الخطوة السابقة.

8- قم بضبط قياسات وتحديد معامل الانكسار المناسب للطول الموجي المستخدم وذلك حسب معطيات الشركة المصنعة ،وإذا لم يحدد من قبل المُنتِج.فإنه يلزم اتباع الجدول (30- 7).

معامل الإنكسار Index of Refraction	الطول الموجي Wavelength (nm)
1.4960	MM 850

MM 1300	1.4870
SM 1310	1.4675
SM 1550	1.4681

الجدول (30- 7)

9- قم بضبط قياسات البعثرة الخلفيه (Backscatter)، وهي مقدار خروج الأشعة من نفس السطح الذي سقطت عليه، والمعطى من قبل الشركة المصنعة للمنتج، وإذا لم يحدد من قبل المُنتِج يلزم اتباع الجدول (30- 8).

الطول الموجي Wavelength	معامل البعثرة الخلفيه Backscatter Coefficient
850 nm	-68.00 dB
1300 nm	-76.00 dB
1310 nm	-80.00 dB
1550 nm	-83.00 dB

الجدول (30- 8)

10- قم بإزالة غطاء الحماية للمخرج المناسب لليف المستخدم،واحذر من النظر إلى مصدر الضوء كما نبهنا على ذلك.

11- ضع طرف الليف البصري المراد فحصه عند المخرج الذي تم إزالة غطاء الحمايه عنه.

12- اضغط على زر الفحص (Test key) لتشغيل الجهاز، حيث سيقوم بالفحص حسب الإعدادات التي ضبطها .

13- اضغط على زر الفحص (Test key) لإيقاف الجهاز،وذلك بعد الزمن اللازم للفحص والذي تم إعداده مسبقاً، حيث ستظهر لك صورة على الشاشة تبين حالة الليف البصري عند مرور الإشارة الضوئية من خلاله وأماكن نقاط الفقد، وكذلك مقدار الفقد الناتج.

النتائج :

- ارسم الشكل الظاهر على الشاشة : dB

Km

- اكتب نتائجك بالجدول وذلك بإختيار سبع نقاط مهمه في توضيح عملية الفقد حسب ماتراه مناسب، أو أطلب من مدربك تحديد ذلك.

	(1) نقطة الفقد (المسافة) [km]	(2) مقدار الفقد [dB/km]	(3) سبب الفقد
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

التعليق والاستنتاجات :

اكتب تعليقاتك على التجربة والاستنتاجات التي استنتجتها من عملية الفحص.

....

....